植物生理

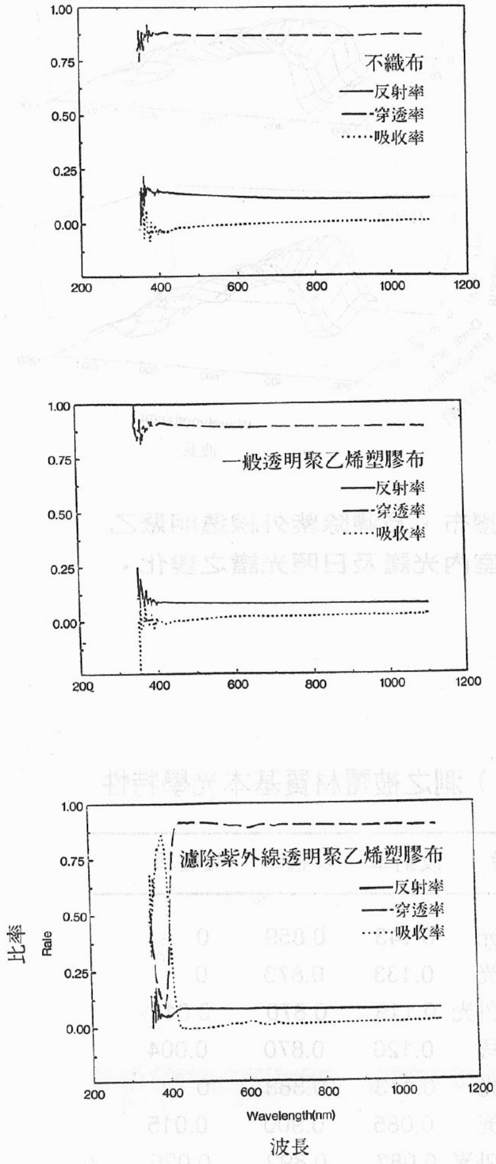
以輻射光譜層析技術檢（偵）測被覆材質光學特性

◎農試所農藝系　楊純明　蘇慕容

光照為環境因子之一，亦為農作物生產的能量來源。常見的高經濟價值作物多以設施栽培，期以獲得穩定而品質高的收穫物，提高收穫物的產值。設施栽培有固定式的溫、網室或移動式的棚架、隧道式簡易設施等多種，藉著被覆材質及環控設備來維持設施內較適的光照、溫度（氣溫及土溫）、濕度狀態，或減少病、蟲害感染機會，或增進土壤水分及養份的吸收利用。設施栽培成效除了軟體的詳善規劃，也需要適當的硬體材料配合，才能夠發揮設施系統的最大預期效益。目前市面上可供選材的被覆材質成份多樣化，惟均非專為設施栽培目的來設計，而是使用者依照該項材質的特性被選用，再被適當的調整後應用於特定的設施。某項材質的是否適用，通常仰賴研究人員的實際測試，再對應栽培農作物的生長與產量表現來具體評估其實用性。

常被利用於設施栽培的被覆材質有聚乙烯類（polyethylene, PE）、非織性多元脂類（spunbonded polyester, SPE，即所謂不織布）、聚丙烯類（polypropylene, PP）、及聚氯乙烯類（polyvinyl chloride, PVC）等等，各種材質因化學成份及製造方法的差異，各有其特殊的特性與特徵。在實際應用上，又因需要（如當地氣候狀況、栽植季節、作物種類對環境因子的敏感等）可能被施予條紋切割、重疊覆蓋、或部份開啟部份閉合等，以維持適當的光照、溫度、及濕度。就光學性質而言，每一種材質出廠時必然具有原始設計之光學特性，然而在開放式空間(如農田)長期使用後則可能受到影響而改變。例如經過風吹雨打日晒等天候造成的衰變及空氣中浮塵粒子的堆積覆蓋，穿透被覆材質的光照將隨時間而變。因此，定期檢（偵）測設施內光輻射量及光質是必要的，確保材質的堪用以延續栽培作物的正常生育。

輻射光譜層析技術為遙測技術之一，據以層析光照（光輻射）之光譜及輻射能量。本所農藝系作物逆境研究室經長期測試，目前已具備此一技術的應用條件。以美國LI-COR公司的model LI-1800攜帶式輻射光譜層析儀而言，能夠檢（偵）測穿透被覆材質的光譜及輻射量波長範圍為350-1100nm（可信度以380nm以上為佳）。如圖一所示，受測者包括不織布、一般透明聚乙烯塑膠布、及濾除紫外線透明聚乙烯塑膠布在內的三種被覆材質，利用輻射光譜層析技術均可完整的檢測出各材質的基本反射率、穿透率及吸收率。同時亦能長期追蹤設施內外光照頻譜（光譜）（圖二），清楚顯示環境造

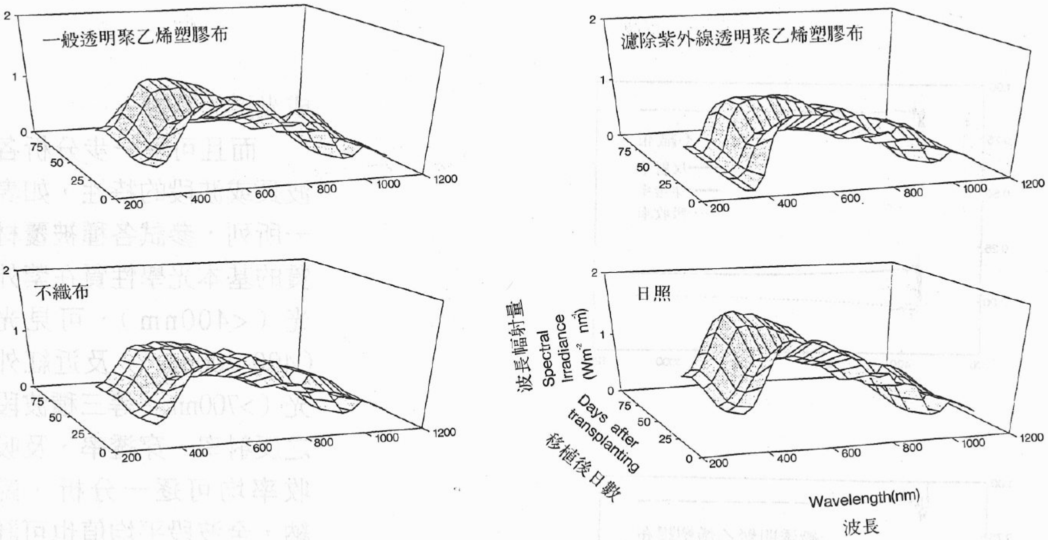


圖一、不織布、一般透明聚乙烯塑膠布、及濾除紫外線透明聚乙烯塑膠布之光學特性（即反射率、穿透率及吸收率）

成光譜的差異。

而且可進一步分析各波長或波段的特性，如表一所列，參試各種被覆材質的基本光學性質在紫外光（<400nm）、可見光（400-700nm）、及近紅外光（>700nm）等三種波段之反射率、穿透率、及吸收率均可逐一分析、歸納，全波段平均值也可計算出來。同理，光譜及環境造成的光譜差異亦可加以深入分析，如測試全期各波長（或波段）變化及演進趨勢。

經由輻射光譜層析技術檢（偵）測的光譜及光輻射量資料，將可提供設施栽培時適當被覆材質選用之參考。配合栽植季節、外界環境狀況、及農作物生育所需氣候條件等考量，使設施內環境切合作物生長需求，獲得最佳生產表現而達到栽培目的。



圖二、在不織布、一般透明聚乙烯塑膠布、及濾除紫外線透明聚乙烯塑膠布被覆之隧道式簡易溫室內光譜及日照光譜之變化。

表一　利用輻射光譜層析技術檢（偵）測之被覆材質基本光學特性

被覆材質	波段	反射率	穿透率	吸收率
不織布	紫外光	0.143	0.859	0
	可見光	0.133	0.873	0
	近紅外光	0.119	0.870	0.011
	全波段	0.126	0.870	0.004
透明聚乙烯塑膠布	紫外光	0.113	0.888	0
	可見光	0.085	0.900	0.015
	近紅外光	0.082	0.892	0.026
	全波段	0.085	0.895	0.020
濾除紫外線透明聚乙烯塑膠布	紫外光	0.072	0.223	0.705
	可見光	0.083	0.890	0.027
	近紅外光	0.081	0.900	0.019
	全波段	0.081	0.851	0.068